

4. Dipresentasikan dan dimuat dalam prosiding (5)/C. Nasional/1. Status Fungi/Status Fungi artikel.pdf

By Eddy Nurtjahya

Status fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada suksesi lahan pasca tambang timah di Bangka[‡]

3

Eddy Nurtjahya,^{1,2} Dede Setiadi,³ Edi Guhardja,³ Muhadiono,³ Yadi Setiadi⁴,
Noor F. Mardatin⁴

[‡] Bagian dari disertasi penulis pertama di Institut Pertanian Bogor, dipersiapkan untuk Seminar Mikoriza, 19 - 20 Juli 2007 pada Kongres Mikoriza Indonesia II “Percepatan Sosialisasi Teknologi Mikoriza untuk Mendukung Revitalisasi Kehutanan, Pertanian dan Perkebunan”, di Bogor

¹Program Studi Biologi, Universitas Bangka Belitung, Jalan Diponegoro No. 16, Sungailiat 33215, Bangka Belitung

²Alamat korespondensi E. Nurtjahya, email eddy_nurtjahya@yahoo.com

³Departemen Biologi, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor

⁴Laboratorium Bioteknologi Hutan dan Lingkungan, Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor

ABSTRAK

Efek penambangan timah adalah meningkatnya faksi pasir dan menurunnya faksi debu dan liat, hara makro dan hara mikro terutama fosfat dan kalium, di samping mengubah struktur dan komposisi vegetasi sehingga diperlukan sentuhan bioteknologi seperti inokulasi mikoriza untuk mendukung vegetasi di lahan pasca tambang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui status fungi mikoriza arbuskula pada suksesi lahan pasca tambang timah di Bangka. Komposit dari delapan sub sample rhizosfir diambil pada kedalaman 0–20cm dengan modifikasi protokol CSM-BGBD Project 2004 dari bawah tiga vegetasi yang memiliki INP tertinggi masing-masing di hutan dataran rendah, ladang yang ditinggalkan, dan lahan pasca tambang umur 4, 7, 11, dan 38 tahun. Spora diperoleh dengan metode tuang saring basah dan diidentifikasi berdasarkan morfologi spora yang merujuk pada INVAM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sejalan dengan suksesi lahan pasca tambang timah, semakin kecil konsentrasi fosfat di dalam tanah, semakin besar rata-rata jumlah spora FMA per vegetasi dominan. Rata-rata jumlah spora FMA per 50 g tanah pada kedalaman 0–20cm adalah 2.0 (lahan pasca tambang 4 tahun dan tidak bervegetasi), 46.4 (lahan pasca tambang 7 tahun), 56.8 (lahan pasca tambang 11 tahun), dan 261.8 (lahan pasca tambang 38 tahun), sedangkan di ladang yang ditinggalkan 45.3, dan di hutan 15.1. Jumlah spora FMA berangsur menurun pada lahan pasca tambang yang baru ditinggalkan. *Glomus* mendominasi di semua lokasi penelitian, baik di lahan pasca tambang timah maupun di hutan dan di ladang yang ditinggalkan. Marga ini diduga mempunyai sebaran yang luas dan berpotensi sebagai inokulum di lahan pasca tambang timah.

Kata kunci: *Glomus*, lahan pasca tambang timah, suksesi

ABSTRACT

The effect of tin mining activity increased sand fraction, decreased silt and clay fractions, decreased macro and micro nutrients especially phosphate and potassium. It changed vegetation structure and composition so that biotechnology approach such as the use of arbuscular mycorrhizal fungi for supporting revegetation on tin-mined land was needed. The aim of this research was to identify the status of arbuscular mycorrhizal fungi in the succession on tin-mined land in Bangka Island. Composites of eight subsamples of rhizosphere were taken at 0–20cm depth under three dominant vegetations at a lowland forest, an abandoned farmed-land, and at 4, 7, 11, and 38 year old tin-mined lands using a modified CSM-BGBD Project 2004 protocol. Spores are separated from soil by a wet sieving method and their morphology was identified referring to INVAM. The results showed that at succession on tin-mined land, the less phosphate concentration in the soil, the more the average number of spore per dominant vegetation. The average spore number per 50g soil at 0–20cm depth were 2.0 (4 year old and barren tin-mined land), 46.4 (7 year old tin-mined land), 56.8 (11 year old tin-mined land), and 261.8 (38 year old tin-mined land), while 45.3 at an abandoned farmed-land, and 15.1 at a forest. The spore number tended to decrease as the more newly abandoned tin-mined land. *Glomus* dominated at all study sites, either at tin-mined lands or at a forest and at an abandoned farmed-land. This genus was predicted to have a vast distribution and potential as an inoculum at tin-mined lands.

Key words: *Glomus*, tin-mined lands, succession

Pendahuluan

Mengandalkan suksesi alami untuk merestorasi tailing pasir tanpa campur tangan manusia akan membutuhkan waktu yang lama (Mitchell 1959; Ang 1994; Elfis 1998; Nurtjahya *et al.* 2007). Aktivitas penambangan timah mengubah tekstur tanah. Komponen pasir dapat mencapai 97%, konsentrasi hara makro yang penting bagi pertumbuhan berkurang, nilai kapasitas tukar kation menurun, rasio C/N, dan kejenuhan basa meningkat. Perubahan sifat-sifat tanah dan flora tanah sebagai akibat penambangan timah secara nyata mengubah komposisi dan struktur vegetasi. Jumlah individu, spesies, dan famili di lahan pasca tambang timah berkurang. Tingkat kemiripan semai di lahan pasca tambang timah berumur 38 tahun kurang dari 2% dibandingkan dengan hutan (Nurtjahya *et al.* 2007).

Sejumlah jenis pohon eksotik dipergunakan secara meluas pada program rehabilitasi karena memiliki banyak sifat lebih menguntungkan, seperti kemampuan menambat nitrogen dan cepat tumbuh, namun kehati-hatian ekologis menyebutkan adalah kurang bijaksana terus mengandalkan pada sejumlah kecil jenis dalam upaya rehabilitasi di masa depan (Lamb & Tomlinson 1994). Sementara belum dilaporkan

daftar jenis pohon lokal potensial untuk merevegetasi tailing timah *Acacia mangium* merupakan jenis eksotik yang dominan (75%) yang ditanam di tailing timah oleh dua perusahaan tambang besar di Pulau Bangka sejak 1993 (Nurtjahya 2001). Beberapa peneliti menganjurkan beberapa jenis pohon lokal seperti *Ploiarum*, *Rhodamnia*, dan *Rhodomyrtus* (Whitten *et al.* 2000), dan *Schima wallichii*, *Syzygium racemosum*, *Vitex pinnata*, dan *Calophyllum pulcherrimum* (Sambas & Suhardjono 1995).

Adalah mungkin memilih pohon lokal untuk merevegetasi lahan pasca tambang timah sejauh spesies tersebut memiliki adaptasi di tailing pasir yang kering, poros, miskin hara, dan rentan terhadap temperatur udara panas di siang hari, dan rentan terhadap angin kencang sewaktu-waktu. Adaptasi xerofitik tampaknya menjadi salah satu kriteria utama pemilihan jenis pohon lokal. Vegetasi padang dan formasi *Barringtonia* dari hutan pantai campuran tampaknya dapat menjadi ekosistem potensial sebagai sumber jenis tanaman.

Untuk mempercepat suksesi lahan pasca tambang timah, bantuan manusia dibutuhkan. Regenerasi yang dibantu oleh manusia diharapkan akan memperpendek suksesi, dan memotong waktu rehabilitasi sehingga memperpendek proses restorasi. Untuk itu selain pemilihan spesies yang adaptif, teknik budidaya revegetasi juga harus menunjang. Menghadapi lingkungan yang miskin hara terutama fosfat tersedia, peran fungi mikoriza arbuskula adalah penting untuk meningkatkan ketersediaan fosfat untuk mendukung pertumbuhan tanaman revegetasi di lahan pasca tambang timah. Uji coba pembenahan tanah tailing pasir timah dengan kombinasi fungi mikoriza arbuskula, asam humat, dan kompos dengan penggunaan legum penutup tanah *Calopogonium mucunoides* dan *Centrosema pubescens* telah dilaporkan (CBR 2002). Inokulasi *Glomus etunicatum* dilaporkan meningkatkan P tersedia di tanah ultisol di Sumatera (Gofar 2004). Identifikasi spesies fungi mikoriza arbuskula diperlukan untuk mencari sumber inokulum yang mendukung pertumbuhan tanaman revegetasi di lahan pasca tambang timah, khususnya tailing pasir, sebelum spesies tersebut diperbanyak dan diinokulasikan kembali.

6

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui status fungi mikoriza arbuskula pada suksesi lahan pasca tambang timah di Bangka. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi jenis fungi mikoriza arbuskula potensial bagi jenis pohon lokal untuk merevegetasi tailing pasir.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian

Survei lapang, termasuk wawancara dengan penduduk, dilakukan sebelum menentukan lokasi penelitian. Studi literatur dilakukan pada Peta Ikhtisar Penambangan Timah di Pulau Bangka (PT Tambang Timah 2004), ² **Peta Satuan Lahan dan Tanah Pulau Bangka** (PPTA 1990), dan Peta Land System Sumatera (Bakosurtanal 1986). Lokasi penelitian adalah hutan di dekat sungai seluas 13ha, di desa Sempan (01° 53' 38,5"LS dan 105° 58' 14,5"BT), ladang yang ditinggalkan empat tahun seluas 1.6ha di desa Sempan (01° 53' 32,3" LS dan 105° 58' 44,5" BT), lahan pasca tambang berumur empat tahun dan gundul seluas 2ha di desa Riding Panjang (01° 59' 53.46"LS dan 106° 06' 45.32"BT), ladang pasca tambang berumur 7 tahun seluas 0.5 ha di desa Sempan (01° 52' 41,5" LS dan 106° 00' 14,2" BT), lahan pasca tambang berumur 11 tahun seluas 0.6ha di desa Gunung Muda (01° 37' 0,01"LS dan 105° 54' 47,9"BT), dan lahan pasca tambang berumur 38 tahun seluas 2ha di desa Riau (01° 44' 33,8" LS dan 105° 51' 66.4"BT) (Gambar 1 dan 2). Semua lokasi seluas 15.7ha terletak di Kabupaten Bangka, berada pada ketinggian 20–40m dpl, dan dominasi tanah hapludox. Untuk mendapatkan lahan berumur lebih dari 40 tahun sulit ditemukan karena kegiatan penambangan ulang oleh rakyat.

Jumlah individu, ¹ spesies, dan famili tumbuhan berturut-turut tertinggi di hutan, ladang yang ditinggalkan, ¹ lahan pasca tambang timah berumur 38 tahun, lahan pasca tambang timah berumur 11 tahun, ¹ lahan pasca tambang timah berumur 7 tahun, lahan pasca tambang timah berumur 4 tahun yang gundul. Tingkat kemiripan antar lokasi penelitian tidak lebih dari 28% dan tingkat kemiripan untuk semai dari lahan ²⁰ pasca tambang timah tertua (38 tahun) dengan hutan adalah 1.5%. Pohon (11 spesies) ²⁰ hanya ditemukan di hutan, dan tiang hanya ditemukan di hutan (24 spesies) dan ladang yang ditinggalkan (4 spesies). Pada lahan pasca tambang berumur 7 tahun sapihan tidak ditemukan. Jumlah individu, spesies, dan famili, dan spesies tumbuhan yang mendominasi di lokasi penelitian berbeda-beda. Demikian juga pada lahan pasca tambang timah berumur 4 tahun dan gundul tidak ada vegetasi sama sekali. Dominasi herba yang tercatat dari lahan pasca tambang timah berumur 7 tahun diganti oleh spesies semak terjadi di umur 38 tahun (Nurtjahya *et al.* 2007).



Gambar 1. Pulau Bangka dan lokasi penelitian (1) hutan, (2) ladang ditinggalkan, (3) tailing timah berumur 7 tahun, (4) tailing timah berumur 11 tahun, (5) tailing timah berumur 38 tahun. Tailing timah berumur 4 tahun dan gundul tidak terlihat pada peta ini. Sumber: Bakosurtanal (2003).



Gambar 2 Lokasi penelitian (a) hutan, (b) ladang ditinggalkan, (c) tailing timah berumur 38 tahun, (d) tailing timah berumur 11 tahun, (e) tailing timah berumur 7 tahun, (f) tailing timah berumur 4 tahun dan gundul.

Pengumpulan Data dan Analisa

Sifat-sifat tanah

Contoh tanah pada masing-masing lokasi penelitian diambil dengan auger berdiameter 8 cm pada kedalaman 0–20cm dan 20–40cm. Contoh tanah komposit secara diagonal (Setyorini *et al.* 2003) terdiri atas sembilan *sub sample* di setiap lokasi penelitian. Contoh tanah dianalisa sifat-sifat kimia dan beberapa sifat fisika dengan analisa tanah rutin di Balai Penelitian Tanah di Bogor.

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Contoh tanah komposit sebanyak 500 g dari delapan titik rhizosfir dari tiga vegetasi paling dominan pada kedalaman 0–10cm dan 10–20cm diambil dengan menggunakan modifikasi CSM-BGBD Project Protocol (2004). Jumlah ulangan tiap contoh tanah adalah tiga kali. Jarak antar contoh di bawah vegetasi dominan semai adalah 50cm untuk lingkaran terdekat dan 1m untuk lingkaran terjauh. Jarak antar contoh di bawah vegetasi tiang atau pohon yang dominan adalah 1 m untuk lingkaran terdekat, dan 2 m untuk lingkaran terjauh.

Contoh tanah diuji di Laboratorium Bioteknologi Hutan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor. Spora diperoleh dengan metode tuang saring basah (Gedermann & Nicolson 1963). Sebanyak 50g contoh tanah dilarutkan dalam 500ml air dan diaduk dan dicuci berulang kali dengan air melalui satu rangkaian saringan (710, 425, dan $45\mu\text{m}$). Spora diamati di bawah mikroskop *disecting* dan diidentifikasi berdasarkan morfologi merujuk pada INVAM.

Hasil dan Pembahasan

Sifat-sifat tanah

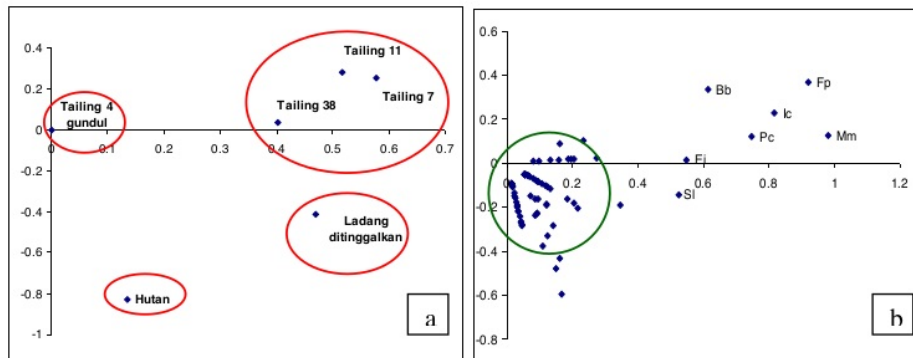
Prosentase pasir lebih tinggi pada semua lahan pasca tambang timah berbagai umur dan semakin muda umur lahan pasca tambang timah semakin tinggi prosentase pasirnya. Prosentase debu dan liat menunjukkan pola yang sebaliknya. Tekstur lahan pasca tambang adalah *sand*, dan tekstur hutan adalah *loamy sand*, sedangkan lahan yang ditinggalkan termasuk tekstur *sandy clay loam* (Tabel 1). Kecuali pada C/N lahan pasca tambang timah berumur 11 tahun, rasio C/N lahan pasca tambang timah yang lain lebih tinggi dibandingkan hutan dan ladang yang ditinggalkan. Konsentrasi P_2O_5 dan K_2O di hutan dan di ladang yang ditinggalkan secara umum lebih tinggi dibandingkan konsentrasi P_2O_5 dan K_2O pada lahan pasca tambang timah kecuali konsentrasi P_2O_5 pada lahan pasca tambang timah berumur 7 tahun. Konsentrasi unsur-unsur Ca, Mg, K, dan Na di lahan tidak terganggu umumnya lebih tinggi dibandingkan lahan pasca tambang timah. Data menunjukkan bahwa secara umum konsentrasi semua unsur berangsur-angsur menurun sejalan dengan semakin barunya lahan pasca tambang ditinggalkan. KTK semua lahan pasca tambang timah tergolong sangat rendah, kejenuhan basa di semua lahan pasca tambang timah lebih tinggi dan konsentrasi Al^{3+} di

hutan dan di ladang yang ditinggalkan juga lebih tinggi dibandingkan konsentrasi di lahan pasca tambang timah.

Tabel 1 Sifat-sifat tanah hutan, ladang ditinggalkan, tailing timah berumur 38 tahun, tailing timah berumur 11 tahun, tailing timah berumur 7 tahun, dan tailing timah berumur 4 tahun dan gundul

Lokasi penelitian	Kedalaman	Tekstur			pH	2han organik			HCl 25%		Kapasitas tukar										KCl 1 N
		pasir	debu	liat		H ₂ O	Walkley & Black	Kjeldahl	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	(NH ₄ - Acetate 1 N, pH 7)									
					Ca							Mg	K	Na	Jml	KTK	KB	Al ³⁺			
		cm	%				%			mg/100g		cmol(+)/kg									
Hutan	0-20	78	13	10	4.7	1.6	0.2	10	22	5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	5.8	7	2.0			
	20-40	66	18	16	4.7	1.2	0.1	14	20	5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	5.2	7	2.0			
Ladang ditinggal kan	0-20	47	22	31	4.5	3.2	0.3	12	35	8	0.3	0.2	0.1	0.0	0.7	14.7	4	4.8			
	20-40	48	22	31	4.6	1.7	0.1	12	36	7	0.3	0.2	0.1	0.1	0.6	9.6	6	3.7			
Tailing 38	0-20	96	2	2	5.1	0.3	0.0	14	5	2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.4	1.0	40	0.2			
	20-40	95	2	3	5.0	0.2	0.0	10	4	2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3	0.9	31	0.2			
Tailing 11	0-20	83	5	13	4.9	0.2	0.0	10	11	4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3	2.0	28	0.9			
	20-40	80	3	18	4.8	0.3	0.0	10	11	4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.4	2.3	30	0.9			
Tailing 7	0-20	94	4	3	4.8	1.0	0.1	13	49	3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.3	3.3	16	0.6			
	20-40	93	6	2	4.8	1.2	0.1	14	71	3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.4	3.9	19	0.7			
Tailing 4 gundul	0-20	94	2	4	4.8	0.2	0.0	15	2	3	0.1	0.2	0.0	0.0	0.3	0.4	73	0.3			
	20-40	97	1	2	4.5	0.1	0.0	13	3	3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.6	1.4	40	0.1			

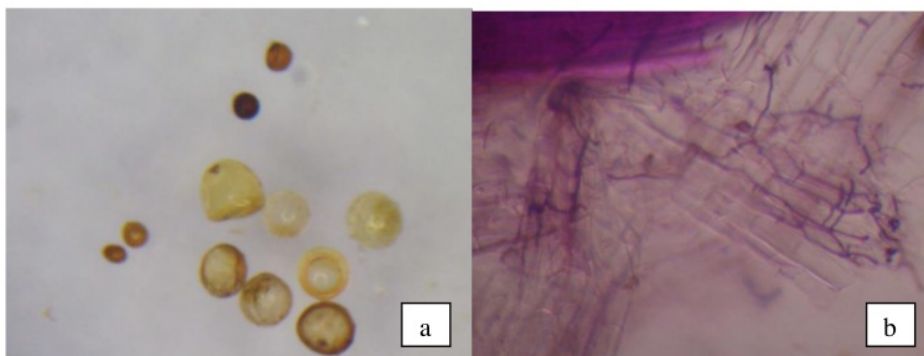
Principal component analysis dari hutan, ladang ditinggalkan, tailing 38, tailing 11, tailing 7, dan tailing 4 gundul memperkuat dugaan kaitan antara sifat-sifat fisika dan kimia masing-masing lokasi penelitian dengan komposisi dan struktur vegetasi. Lahan pasca tambang timah berumur 11 tahun dekat dengan lahan pasca tambang timah berumur 7 tahun, dan tiga lahan pasca tambang timah berumur 7, 11, dan 38 tahun terletak berdekatan satu sama lain. Ladang yang ditinggalkan dan hutan terletak pada dua tempat yang berbeda, serta lahan pasca tambang timah 4 tahun yang gundul terletak di tempat tersendiri (Gambar 3a). PCA juga menunjukkan distribusi spesies untuk tingkat semai, mayoritas spesies tingkat semai dari hutan dan ladang yang ditinggalkan terdapat pada satu kelompok, dan beberapa spesies lain terletak di kelompok yang lain. *Scleria levis* (Sl), *Eupatorium inulifolium* (Ei), *Blumea balsamifera* (Bb), *Paspalum conjugatum* (Pc), *Imperata cylindrica* (Ic), *Fimbristylis pauciflora* (Fp), dan *Melastoma malabathricum* (Mm) terletak di kelompok yang lain (Gambar 3b)



Gambar 3 *Principal component analysis* (a) dari hutan, ladang ditinggalkan, tailing timah berumur 38 tahun, tailing timah berumur 11 tahun, tailing timah berumur 7 tahun, dan tailing timah berumur 4 tahun dan gundul. Sl = *Scleria levis*, Ei = *Eupatorium inulifolium*, Bb = *Blumea balsamifera*, Pc = *Paspalum conjugatum*, Ic = *Imperata cylindrica*, Fp = *Fimbristylis pauciflora*, Mm = *Melastoma malabathricum*

Fungi mikoriza arbuskula

Jumlah spora fungi mikoriza arbuskula (FMA) per 50g tanah (Gambar 4) di hutan lebih rendah (15.1) dibandingkan jumlah spora di ladang yang ditinggalkan (45.3). Jumlah spora tertinggi tercatat di lahan pasca tambang timah berumur 38 tahun. Jumlah spora per 50g tanah di lahan pasca tambang timah berangsur-angsur menurun sejalan dengan semakin barunya lahan pasca tambang timah ditinggalkan (Gambar 5). Jumlah spora FMA per 50g tanah di bawah tiga vegetasi dominan pada dua kedalaman 0–10cm dan 10–20cm di lahan pasca tambang timah berumur 38 tahun lebih tinggi (124 dan 138) dibandingkan dengan lahan pasca tambang timah berumur 11 tahun (29 dan 28), 7 tahun (23 dan 24), dan lahan berumur 4 tahun yang gundul (1 dan 1) (Tabel 2).



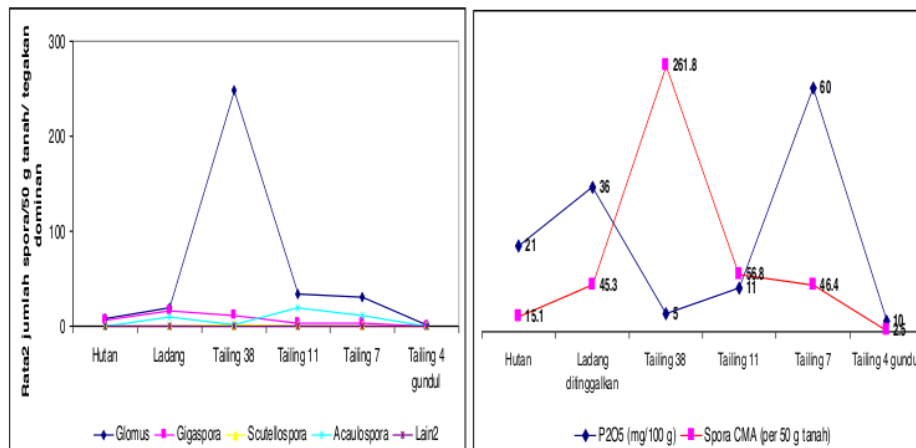
Gambar 4 Spora dan kolonisasi akar fungi mikoriza arbuskula: (a) spora *Glomus* kecil dan berwarna lebih gelap, dan spora *Gigaspora* besar dan transparan, (b) kolonisasi akar.

Tabel 2 Status fungi mikoriza arbuskula (FMA) di hutan, ladang yang ditinggalkan, tailing timah berumur 38 tahun, tailing timah berumur 11 tahun, tailing timah berumur 7 tahun, dan tailing timah berumur 4 tahun dan gundul

No.	Lokasi penelitian	Kedalaman (cm)	Vegetasi dominan	Ulangan	Jumlah spora 50/g tanah			
1.	Hutan	0 - 10	<i>Tristaniopsis whiteana</i>	1	13	0 - 10	10	15.1
		10 - 20		1	4			
		0 - 10	<i>Syzygium</i> sp.	2	9			
		10 - 20		2	5			
		0 - 10	<i>Ilex cymosa</i>	3	8	10-20	5	
		10 - 20		3	6			
2.	Ladang ditinggal kan	0 - 10	<i>Trema orientalis</i>	1	58	0 - 10	32	45.3
		10 - 20		1	18			
		0 - 10	<i>Melastoma malabathricum</i>	2	23			
		10 - 20		2	11			
		0 - 10	<i>Pternandra galeata</i>	3	16	10-20	13	
		10 - 20		3	10			
3.	Tailing 38	0 - 10	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	1	204	0 - 10	124	261.8
		10 - 20		1	235			
		0 - 10	<i>Eriachne pallescens</i>	2	76			
		10 - 20		2	38			
		0 - 10	<i>Ischaemum</i> sp.	3	92	10-20	138	
		10 - 20		3	140			
4.	Tailing 11	0 - 10	<i>Paspalum orbiculare</i>	1	33	0 - 10	29	56.8
		10 - 20		1	45			
		0 - 10	<i>Blumea balsamifera</i>	2	9			
		10 - 20		2	5			
		0 - 10	<i>Melastoma malabathricum</i>	3	45	10-20	28	
		10 - 20		3	34			
5.	Tailing 7	0 - 10	<i>Fymbristylis pauciflora</i>	1	5	0 - 10	23	46.4
		10 - 20		1	9			
		0 - 10	<i>Trema orientalis</i>	2	29			
		10 - 20		2	44			
		0 - 10	<i>Melastoma malabathricum</i>	3	35	10-20	24	
		10 - 20		3	19			
6.	Tailing 4 gundul	0 - 10	Tidak ada vegetasi	1	1	0 - 10	1	2.0
		10 - 20		1	1	10-20	1	

Penelitian ini menunjukkan bahwa genus *Glomus* adalah genus yang dominan (44–95%) di semua lokasi penelitian dibandingkan *Gigaspora*, *Scutellospora*, dan *Acaulospora*. Dibandingkan dengan jumlah spora FMA per 50g tanah di lahan pasca tambang timah berumur 25 tahun dan bervegetasi pada kedalaman 0–20cm (355) (Suciati¹ 1998), jumlah spora FMA per 50g tanah kedalaman 0–20cm hasil penelitian ini di lahan pasca tambang timah berumur 38 tahun lebih rendah (262).

Jumlah spesies fungi mikoriza arbuskula pada lahan pasca tambang umur 38 tahun adalah 7 spesies *Glomus*, 2 spesies *Gigaspora*, 1 spesies *Scutellospora*, dan 1 spesies *Acaulospora*, dengan *Glomus* sp 2 menempati urutan terbesar yakni 67.4%, dan *Glomus* sp 3 sebesar 20.7%. Sementara jumlah spesies FMA di lahan pasca tambang timah berumur 25 tahun dan bervegetasi pada kedalaman 0–20cm di Pulau Singkep (Suciati 1998) tidak dilaporkan.



Gambar 5 Rata-rata jumlah spora FMA per 50g tanah pada kedalaman 0–20cm di hutan, ladang yang ditinggalkan, tailing timah berumur 38 tahun, tailing timah berumur 11 tahun, tailing timah berumur 7 tahun, dan tailing timah berumur 4 tahun dan gundul, (a) terhadap tegakan dominan, (b) terhadap konsentrasi P_2O_5 tanah

Jumlah spora FMA per 50g tanah di lahan pasca tambang timah menunjukkan turun berangsur-angsur sejalan dengan lahan pasca tambang timah yang baru ditinggalkan. Produksi spora diduga terhambat oleh konsentrasi fosfat tersedia yang semakin tinggi di lahan pasca tambang timah yang berumur semakin muda, namun tidak pada lahan pasca tambang timah berumur 4 tahun yang gundul karena tidak ada vegetasi sebagai inang mengingat fungi ini bersifat obligat biotrof (Setiadi 2004). Peningkatan fosfat di dalam tanah mengurangi pengaruh inokulasi FMA terhadap pertumbuhan tanaman dan cekaman kekeringan serta pemupukan fosfat menurunkan reproduksi fungi dalam hal jumlah spora (Abdel-Fattah *et al.* 2002). Hubungan antara vegetasi dan fungi mikoriza arbuskula terlihat pada jumlah spora yang rendah (1 per 50g), yang ditemukan di lahan pasca tambang timah berumur 4 tahun yang gundul.

Produksi spora dipicu oleh kondisi yang tidak menguntungkan, dalam hal ini rendahnya konsentrasi fosfat tersedia di dalam tanah. Dapat dikatakan juga secara umum peningkatan kesuburan tanah yang ditandai dengan semakin rendahnya komponen pasir dan meningkatnya komponen debu dan liat, dengan semakin tingginya konsentrasi N dan P, nilai KTK. Lebih rendahnya jumlah spora di hutan dan di ladang yang ditinggalkan juga mencerminkan bahwa di lokasi penelitian mengandung konsentrasi fosfat tinggi. Rata-rata konsentrasi P_2O_5 di hutan pada dua kedalaman adalah 21mg/100g, dan di ladang yang ditinggalkan adalah 36mg/100g, dan di lahan pasca tambang timah berkisar 2–60mg/100g.

Dominasi genus *Glomus* pada penelitian ini mencerminkan kesesuaian genus ini pada kondisi tanah penelitian yang berpasir dan kering, juga kesesuaian inang yang tumbuh baik di lahan pasca tambang timah maupun di hutan jika dibandingkan kesesuaian hidup bagi genus lain. Pada lahan pasca tambang berumur 4 tahun yang gundul hanya mendukung satu genus *Glomus*. Rendahnya potensi FMA seperti ini juga telah dilaporkan oleh Totola dan Borges (2000). Dominasi *Glomus* di semua lahan pasca tambang memberi peluang bagi pemilihan genus ini sebagai inokulum yang potensial bagi pembenahan tailing pasir. Pada penelitian di lahan kering dan masam di Sulawesi Tenggara, *Glomus* adalah genus yang paling dominan dibandingkan dengan *Scutellospora*, *Acaulospora*, dan *Gigaspora* (Husna 2004). Untuk itu diperlukan data identifikasi sampai pada tingkat spesies pada genus *Glomus* tersebut.

Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sejalan dengan suksesi lahan pasca tambang timah, semakin kecil konsentrasi fosfat di dalam tanah, semakin besar rata-rata jumlah spora FMA per vegetasi dominan. Rata-rata jumlah spora FMA per 50 g tanah pada kedalaman 0–20cm adalah 2.0 (lahan pasca tambang 4 tahun dan tidak bervegetasi), 46.4 (lahan pasca tambang 7 tahun), 56.8 (lahan pasca tambang 11 tahun), dan 261.8 (lahan pasca tambang 38 tahun), sedangkan di ladang yang ditinggalkan 45.3 (bekas ladang), dan di hutan 15.1. Jumlah spora FMA berangsur menurun pada lahan pasca tambang yang baru ditinggalkan.

Glomus ditemukan mendominasi di semua lokasi penelitian, baik di lahan pasca tambang timah, di hutan maupun di ladang yang ditinggalkan. Marga ini diduga mempunyai sebaran yang luas dan berpotensi sebagai inokulum di lahan pasca tambang

timah. Untuk itu diperlukan identifikasi sampai tingkat spesies agar lebih memperjelas keberadaan potensi FMA.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh ITTO (International Tropical Timber Organization) (039/03A) dan Ditjen Dikti Depdiknas. Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Tambang Timah yang memberikan izin meneliti di lahan bekas penambangan timah dan khususnya Kantor K3LH – Bapak Sutrisno Tatedegaat, Bapak Hanafi Sulaiman, Bapak Setiabudi Abdullah, Bapak Hamidin, dan Bapak Sutaryo Tarsoedi, Kantor Produksi Darat I Sungailiat khususnya Bapak J. Tampubolon. Terima kasih secara khusus disampaikan kepada Pemerintah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, STIPER Bangka, dan Universitas Bangka Belitung atas dukungannya. Penulis juga mengucapkan terima kasih Bapak Suanta, Bapak Nasrullah, Bapak Jakfar, Robby, Wistria, Sinem, Indra, Bambang, Bapak Pati, yang membantu di lapang.

Daftar Pustaka

- 16 Abdel-Fattah GM, Fatma, F. Migahed, and A.H. Ibrahim. 2002. Interactive Effects on Endomycorrhizal Fungus *Glomus etunicatum* and Phosphorous Fertilization on Growth and Metabolic Activities of Broad Bean Plants under Drought Stress Conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences 5(8):835-841.
- 8 Ang, L.H. 1994. Problems and Prospects of Afforestation on Sand Tin Tailings in Peninsular Malaysia. Journal of Tropical Forest Science 7(1):87-105.
- 10 [Bakosurtanal] Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. 2003. Peta Provinsi Bangka Belitung. Skala 1:400.000
- [Bakosurtanal] Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. 1986. Peta Land System Sumatera. Skala 1:250.000
- 3 [CBR] Centre for Biotechnology Research. 2002. Effect of Bio-organic on Soil and Plant Productivity Improvement of Post Tin Mine Site at PT Koba Tin Project Area, Bangka. Bogor Agricultural University, October 2002.
- 2 [CSM-BGBD] Conservation Sustainable Management – Below Ground Biodiversity Project Indonesia. 1994. Brief Protocols for Soil Biota Inventory (Project Doc.No 4).
- Elfis. 1998. Vegetasi Kerangas pada Daerah Bekas Penambangan Timah di Pulau Singkep Kepulauan Riau [tesis]. Universitas Andalas, Program Pascasarjana, Padang.

- ⁹ Gange AC, and V.K. Brown. 2002. Soil Food Web Components Affect Plant Community Structure During Early Succession. *Ecological Research* 17:217-227.
- ⁷ Gedermann, J.W., and T.H. Nicolson. 1963. Spores of *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycology Society* 46:235-244.
- ⁵ Gofar N. 2004. Reaksi tanah, P-tersedia, dan pertumbuhan tanaman padi gogo pada ultisols yang diinokulasi dengan CMA, BPF, dan kompos jerami padi in T. Simarmata, DH Arief, Y Sumarni, R Hindersah, A Azirin, AM Kalay (eds.) 2003. Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. Prosiding Seminar Mikoriza, Bandung 16 September 2003. Bandung: Asosiasi Mikoriza Indonesia Jawa Barat – Universitas Padjadjaran Bandung.
- ¹⁵ Husna. 2004. Studi diversitas cendawan mikoriza arbuskula (CMA) asal Sulawesi Tenggara in T. Simarmata, DH Arief, Y Sumarni, R Hindersah, A Azirin, AM Kalay (eds.) 2003. Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. Prosiding Seminar Mikoriza, Bandung 16 September 2003. Bandung: Asosiasi Mikoriza Indonesia Jawa Barat – Universitas Padjadjaran Bandung.
- ³ Lamb, D., and M. Tomlinson. 1994. Forest rehabilitation in the Asia-Pacific Region: Past Lessons and Present Uncertainties. *Journal of Tropical Forest Science* 7:157-170.
- Mitchell, B.A. 1959. The Ecology of Tin Mine Spoil Heaps. Part I Sand and Gravel Tailings. *Malayan Forester* 22:111-132.
- ³ Nurtjahya, E., D. Setiadi, E. Guhardja, Muhadiono, Y. Setiadi. 2007. Succession On Tin-mined Land in Bangka Island. The Seventh International Flora Malesiana Symposium, Leiden 17 – 22 June 2007
- Nurtjahya, E. 2001. Revegetation on Tin Post Mining Area in Bangka Island (Bibliographical Review). *Indonesian Mining Journal* 7(3):32-37.
- ² PT Tambang Timah 2004. Peta Ikhtisar Penambangan Timah di Pulau Bangka.
- Sambas, E.N., and Suhardjono. 1995. Dampak dan Usaha Rehabilitasi Bekas Tambang Timah di Kabupaten Bangka in S. Prawiroatmodjo (editor). Penelitian dan Pengembangan Model Reklamasi Lahan Terdegradasi. Laporan Teknik 1994 – 1995. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi, LIPI, p. 74 – 81.
- Setiadi Y. 2004. Arbuscular mycorrhizal inoculum production in T. Simarmata, DH Arief, Y Sumarni, R Hindersah, A Azirin, AM Kalay (eds.) 2003. Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. Prosiding Seminar Mikoriza, Bandung 16 September 2003. Bandung: Asosiasi Mikoriza Indonesia Jawa Barat – Universitas Padjadjaran Bandung.

⁵ Setyorini, D., J.S. Adiningsih, and S. Rochayati. 2003. Uji Tanah Sebagai Dasar Penyusunan Rekomendasi Pemupukan. Bogor: Balai Penelitian Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.

¹⁴ Suciatmih. 1998. Populasi Mikroba Penyubur Tanah pada Lahan Terdegradasi Di Wilayah Singkep, Riau. Di dalam: Siregar M, Sunaryo, Sambas EN, Rahmansyah M, Hidayati N editor. 1998. Proyek Penelitian Pengembangan dan Pendayagunaan Potensi Wilayah TA 1997/1998. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi, LIPI.

¹¹ Totola M.R., and A.C. Borges. 2000. Growth and Nutritional Status of Brazillian Wood Species *Cedrella fissilis* and *Anadenanthera peregrina* in Bauxite Spoil in Response to Arbuscular Mycorrhizal Inoculation and Substrate Amendment. Brazillian Journal of Microbiology 31:257-265.

³ Whitten, A.J., S.J. Damanik, J. Anwar, and N. Hisyam. ² 2000. The Ecology of Sumatra. Periplus Editions (HK) Ltd., Singapore

Widagdo, V., Suwandi, S. Miskad, K. Dedin, Suratman, H. Hapid, J. Dai, A. Hidayat, P. Buurman, and T. Balsem. 1990. Buku Keterangan Peta Satuan Lahan dan Tanah Pulau Bangka dan Sebagian Sumatera Daratan (lembar 1113, 1114, 1212, dan 1213). Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran ¹ Spesies tumbuhan dominan pada hutan, ladang ditinggalkan, tailing timah berumur 38 tahun, tailing timah berumur 11 tahun, tailing timah berumur 7 tahun, dan tailing timah berumur 4 tahun dan gundul

Spesies tumbuhan dominan	Hutan	Ladang ditinggal kan	Tailing 38	Tailing 11	Tailing 7	Tailing 4 gundul
<i>Tristanopsis whiteana</i>	√					
<i>Syzygium</i> sp.	√					
<i>Ilex cymosa</i>	√					
<i>Trema orientalis</i>		√			√	
<i>Melastoma malabathricum</i>		√		√	√	
<i>Pternandra galeata</i>		√				
<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>			√			
<i>Eriachne pallescens</i>			√			
<i>Ischaemum</i> sp.			√			
<i>Blumea balsamifera</i>				√		
<i>Paspalum orbiculare</i>				√		
<i>Fymbristylis pauciflora</i>					√	

Lampiran 2 ¹ Jumlah individu, jumlah spesies, dan jumlah famili tumbuhan masing-masing pada tingkat semai, sapihan, tiang, dan pohon pada hutan, ladang ditinggalkan, tailing timah berumur 38 tahun, tailing timah berumur 11 tahun, tailing timah berumur 7 tahun, dan tailing timah berumur 4 tahun dan gundul

[illegible]

Lampiran 3 Curah hujan, temperatur udara, kecepatan angin, radiasi matahari, kelembaban udara, dan tekanan udara kota Pangkalpinang 1996 – 2005

[illegible]

4. Dipresentasikan dan dimuat dalam prosiding (5)/C. Nasional/1. Status Fungi/Status Fungi artikel.pdf

ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	Eka Sari, Dyah Sandra Fiona, Nuril Hidayati, Eddy Nurtjahya. "PROMINE", PROMINE, 2017 Crossref	200 words — 4%
2	www.repository.naturalis.nl Internet	176 words — 3%
3	issuu.com Internet	176 words — 3%
4	id.scribd.com Internet	48 words — 1%
5	www.scribd.com Internet	48 words — 1%
6	media.neliti.com Internet	37 words — 1%
7	mafiadoc.com Internet	24 words — < 1%
8	scien.net Internet	24 words — < 1%
9	pure.knaw.nl Internet	21 words — < 1%
10	Miet Maertens. "Sustainable agricultural intensification in forest frontier areas", Agricultural Economics, 3/2006	19 words — < 1%

-
- 11 www.tandfonline.com 12 words — < 1%
Internet
-
- 12 pt.scribd.com 11 words — < 1%
Internet
-
- 13 periodicos.ufsm.br 11 words — < 1%
Internet
-
- 14 e-journal.biologi.lipi.go.id 10 words — < 1%
Internet
-
- 15 fr.scribd.com 9 words — < 1%
Internet
-
- 16 www.ansinet.org 9 words — < 1%
Internet
-
- 17 Iskandar Zulkarnain, Aimie Sulaiman, Fitri Ramdhani Harahap. "Modal Sosial Bentukan Dalam Penyelesaian Konflik di Bangka Belitung", Society, 2018 8 words — < 1%
Crossref
-
- 18 enjoyperdanacomputer.blogspot.com 8 words — < 1%
Internet
-
- 19 id.123dok.com 8 words — < 1%
Internet
-
- 20 Hutan pasca pemanenan melindungi satwa liar dalam kegiatan hutan produksi di Kalimantan, 2006. 8 words — < 1%
Crossref
-
- 21 www.asmr.us 8 words — < 1%
Internet
-
- 22 "Use of Microbes for the Alleviation of Soil Stresses", Springer Nature, 2014 8 words — < 1%
Crossref

23 Eddy Nurtjahya, Jennifer Franklin, Umroh, Fournita Agustina. "The Impact of tin mining in Bangka Belitung and its reclamation studies", MATEC Web of Conferences, 2017 6 words — < 1%
Crossref

24 jurnal.fp.unila.ac.id 6 words — < 1%
Internet

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF